

**Н.Ю.Чихачёва<sup>1</sup>, А.В.Щедрин<sup>2</sup>, А.Ю.Козлов, А.А.Кострюков<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ОАО «Демидовский машиностроительный завод», д. Демидово,  
Московская область,

<sup>2</sup>МГТУ им. Н.Э. Баумана, г.Москва,

<sup>3</sup>ООО МЗ «ТОНАР», д.Губино, Московская область,

<sup>4</sup>МБОУ СОШ №1, г.Покров Владимирской области

## **НОВОЕ НАУЧНОЕ ОТКРЫТИЕ В ФИЗИКЕ ТРЕНИЯ И ИЗНОСА**

**Аннотация:** Приведены результаты комплексных широкомасштабных теоретико-экспериментальных исследований методов комбинированной охватывающей обработки наружных поверхностей и комбинированного дорнования отверстий инструментами с регулярной микрогеометрией поверхности в условиях различных технологий применения инновационных металлоплакирующих смазок, реализующих фундаментальное научное открытие «эффект безызносности при трении Гаркунова-Крагельского».

**Ключевые слова:** регулярный микрорельеф, металлоплакирующая смазка, эффект безызносности при трении.

Как свидетельствует научная и промышленная статистика – ежегодно мировые потери от трения и износа соизмеримы с внутренним валовым продуктом ряда промышленно развитых стран [1].

Особенно проблемы управления износом и реорганизации (уменьшения) контактного трения актуальны в обрабатывающих отраслях промышленности – металлургии и машиностроении. Поэтому реорганизация и самоорганизация технологического трения в методах механической обработки являются весьма актуальными [2-4]. Дополнительно, существующие инструментальные материалы и физические методы упрочнения обрабатывающего инструмента полностью исчерпали резервы своего кардинального улучшения в плане износостойкости.

Для трибологических испытаний применялись «технологические машины трения», соответственно реализующие методы волочения, редуцирования, дорнования [7,13-15].

Так при волочении сплошных цилиндрических заготовок из углеродистых и нержавеющей сталей, а так же цветных сплавов через фильеры с регулярным микрорельефом воздействующих поверхностей и со сферическими деформирующими элементами в условиях подачи металлоплакирующих смазок свободным потоком сила волочения стабильно снижается на 25-59% [5-8]. На воздействующих поверхностях инструмента образуется сервовитная пленка меди, обладающая феноменальными физическими свойствами: полное исключение прямого контакта шероховатых поверхностей инструмента и заготовки; интенсивное пластифицирование деформируемого слоя («эффект Ребиндера»), что при равной силе позволяет до двух раз увеличить степень деформации обрабатываемой заготовки; снижение коэффициента граничного трения до значений при жидкостном трении; существенное увеличение энергосилового эффекта при увеличении степени деформации заготовки (глубина внедрения инструмента); повышение качества обработки до двух раз. Аналогичные результаты получены при комбинированном дорновании отверстий [9-12]. Еще более значительный результат имеет место при обработке в условиях самовозбуждаемого противодавления современных металлоплакирующих смазок по канавкам регулярного микрорельефа воздействующий поверхности инструмента, а так же при использовании заготовок с аналогичной регулярной микрогеометрией поверхности [13-15]. При этом только за счет предварительной регуляризации микрогеометрии поверхности обрабатываемых заготовок энергосиловой эффект составляет около 72% [15]. Это связано с дополнительным увеличением «маслоемкости» контактной зоны, а так же с формированием упорядоченных физических полей и развитых дислокационных структур деформируемого слоя, ускоряющих химические реакции с поверхностью – активными компонентами металлоплакирующей смазки. Прерывистость деформируемого слоя исключает образование в очаге деформации положительной волны внеконтактной деформации, значительно ухудшающей технологию изготовления изделия и его эксплуатацию.

С использованием алгоритмических процедур «искусственного технологического интеллекта» и импортозамещающего фундаментального направления «Трибология на основе самоорганизации» [1-4] системно синтезированы инновационные методы комбинированной охватывающей обработки наружных поверхностей [5-8] и комбинированного дорнования отверстий [9-12], которые защищены дипломами СССР на научные открытия №№41, 378, а также патентами РФ на изобретение №№2277579, 2475348, 2560475, 2593062, 2063861, 2261781 и др.

Полученные результаты претендуют на статус нового научного открытия в глобальном фундаментальном импортозамещающем научном направлении «Трибология на основе самоорганизации» и его части «Технологической трибологии на основе самоорганизации» [1,2]. Статусная экспертиза для объективности будет проводиться в Международном совете по трибологии (Великобритания), а так же в ведущих научных организациях Европы, Америки и Азии. При этом элементы «трибологии на основе самоорганизации» необходимо активно вводить в школьный курс «физика» (раздел «механика») и в аналогичный университетский курс. Также возможен спецкурс по трибологии (МГТУ им. Н.Э. Баумана), который как и для КФУ может стать мощным ориентиром совершенствования научно-образовательных процессов.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Бабель В.Г., Щедрин А.В. и др. Трибология на основе самоорганизации. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 245 с.
2. Щедрин А.В., Козлов А.Ю., Чихачева Н.Ю. Технологическая трибология на основе самоорганизации. – Саарбрюккен: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 92 с.
3. Щедрин А.В. и др. Трибология как фундаментальная основа системного проектирования конкурентоспособных технологических объектов // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2009. – №4. – С 15-20.
4. Щедрин А.В., Кострюков А.А., Чихачёва Н.Ю. Искусственный технологический интеллект как идеологическая основа всеобщей системы методов обработки материалов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2015. – № 6. – С. 20-26.
5. Щедрин А.В. и др. Повышение качества и производительности методов комбинированной обработки инструментом с регулярной

микрогеометрией поверхности на основе применения металлоплакирующих смазок // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2011. – №8. – С. 21-25.

6. Щедрин А.В. и др. Формирование очагов деформации при охватывающем поверхностном пластическом деформировании // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2014. – №10. – С. 3-7.

7. Гаврилов С.А., Зинин М.А. Применение эффекта безызносности при синтезе металлоплакирующих смазок для экстремальных условий трения // Заготовительное производство в машиностроении. – 2013. – №2. – С. 21-25.

8. Гаврилов С.А. Совершенствование процесса поверхностного пластического деформирования на основе применения металлоплакирующих смазочных материалов // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2013. – №4. – С. 33-39.

9. Щедрин А.В., Зинин М. А., Гаврилов С.А. Оптимизация рецептуры металлоплакирующих смазок для комбинированного дорнования отверстий в заготовках из нешлифуемых цветных сплавов // Вестник машиностроения. – 2012. – №9. – С. 76-79.

10. Влияние угла наклона воздействующих поверхностей деформирующего элемента на характеристики методов комбинированного прошивания (протягивания) отверстий // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2015. – №3. – С. 20-24.

11. Влияние состава металлоплакирующей смазки на характеристики комбинированного прошивания отверстий в заготовках из латуни марки ЛС-59-1/ А.В. Щедрин и др. // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2017. – №1. – С. 27-34.

12. Щедрин А.В., Поляков А. О., Сергеев Е.С. и др. Теоретическое и экспериментальное исследование метода комбинированного прошивания (протягивания) отверстий инструментом с регулярной микрогеометрией в условиях применения металлоплакирующих смазок // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2017. – Том.13. – №3. – С. 119-122.

13. Щедрин А.В., Козлов А.Ю. Совершенствование технологии применения металлоплакирующих смазочных материалов в методах охватывающего поверхностного пластического деформирования инструментом с регулярной микрогеометрией // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2014. – №3. – С. 8-12.

14. Технологические возможности метода комбинированного прошивания отверстий с противодавлением металлоплакирующих смазок/ А.В. Щедрин, А.О. Поляков, И.В. Косарев и др. // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2016. – №9. – С. 30-35.

15. Гаркунов Д.Н., Мельников Э.Л., Щедрин А.В. Новое научное открытие в трибологии на основе самоорганизации // Научные труды Академии проблем качества. Спецвыпуск. – 2016. – С. 348-356.

**УДК 372.8**

**И.В. Шурыгина, И.П. Фунт**  
*МБОУ «СОШ №8», г. Елабуга*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПРОЕКТОВ ДЛЯ АКТИВИЗАЦИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ В ШКОЛЕ**

**Аннотация.** Одной из важнейших задач современного общего образования представляется формирование у школьников метапредметных компетенций для обеспечения высокого качества их образования и возможностей дальнейшего развития. Полное решение такой задачи невозможно в рамках преподавания отдельных учебных предметов. Работа посвящена анализу возможностей метода проектов для активизации межпредметных связей в физико-математическом образовании. Представлены и проанализированы некоторые результаты практической работы в этой области. Показано, что проектная деятельность может являться одним из действенных методов в плане активизации межпредметных связей и формирования метапредметных компетенций в условиях интеграции школьных курсов физики и математики.

**Ключевые слова:** школа, физика, математика, межпредметная связь, метод проектов.

В настоящее время в Федеральном государственном образовательном стандарте общего образования значительное внимание уделяется необходимости формирования у школьников метапредметных компетен-